

UDK 62(05)=862=20=30

CODEN STJSAO

ISSN 0562-1887

# strojarstvo

Časopis za teoriju i praksu u strojarstvu = Journal for Theory and Application  
in Mechanical Engineering = Журнал для машиностроительной теории и  
практики = Zeitschrift zur Theorie und Praxis des Maschinenwesens

Godište (Volume) 53

ZX470/1490-1497

Zagreb, siječanj-veljača (January-February) 2011.

Broj (Number) 1

Stranica (Page) 1-68

**Uredništvo i uprava (Head and Editorial Office):**

Berislavićeva 6/I, 10000 Zagreb, Republic of Croatia;  
Telefon/telefaks +385 (0)1 487 24 97,  
www.hsbis.hr; E-pošta: uprava@hsbis.hr

**Osnivač i izdavač (Founder and Publisher):**

Hrvatski strojarški i brodograđevni inženjerski savez (Croatian Union of  
Mechanical Engineers and Naval Architects)

**Glavni urednik (Editor-in-Chief):**

Bernard FRANKOVIĆ

Uredništvo časopisa *Strojarstvo*, Berislavićeva 6/I, HR-10000 Zagreb,  
telefon/telefaks +385 (0) 1 487 24 97  
E-pošta: journal-strojarstvo@hsbis.hr

**Prigodni suurednik (Guest Co-editor):**

Božo SMOLJAN

**Urednici rubrika (Contributing Editors):**

Zvonko BENČIĆ, Žarko BURIĆ, Bernard FRANKOVIĆ, Želimir ORŠANIĆ, Igor  
SUTLOVIĆ i/and Srećko TURINA

**Urednički odbor (Editorial Board):**

Antun GALOVIĆ (Zagreb), Vladimir MEDICA (Rijeka), Ivica VEŽA (Split) i/and  
Marija Živić (Slavonski Brod)

**Međunarodno uredničko vijeće (International Editorial Board):**

Vatroslav GRUBIŠIĆ (Fraunhofer Institut - Darmstadt, Njemačka), Janez GRUM  
(Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani), Zygmunt HADUCH SUSKI (Uni-  
versidad de Monterrey - Monterrey, Meksiko), Branko KATALINIĆ (Technische Uni-  
versität - Wien, Austrija), Jurij KROPE (Fakulteta za kemiju in kemijsko tehnologiju,  
Univerza v Mariboru, Slovenija), Elso KULJANIĆ (University of Udine - Udine,  
Italija, & Tehnički fakultet - Rijeka, Hrvatska), Stanisław LEGUTKO (Politechnika  
Mechanicznej, Poznańska Instytut Technologii - Poznań, Poljska), Damiir PE-  
ČORNIK (Technische Hochschule Mannheim, Njemačka), Adolf ŠOSTAR (Tehniška  
fakulteta - Maribor, Slovenija) i/and Roman WIELGOSZ (Politechnika Krakowska  
- Kraków, Poljska)

**Savjet časopisa (Journal Council):**

Akademija tehničkih znanosti (Stanko TONKOVIĆ); Brodogradilište 3. maj - Ri-  
jeka (Edi KUČAN); Brodogradilište Uljanik - Pula (Renato FONKOVIĆ); Centar  
za transfer tehnologija, Zagreb (Mladen ŠERCER); Đuro Đaković Holding d.d.  
Slavonski Brod (Zdravko STIPETIĆ); Energetski Institut Hrvoje Požar Zagreb  
(Goran GRANIĆ); Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta  
u Splitu - Split (Boženko BILIĆ, Željko DOMAZET, Tomislav KILIĆ); Fakultet  
strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb (Tonko ČURKO, Ivan  
JURAGA, Milan KOSTELAC, Nikola RUŽIŃSKI, Želimir SLADOLJEV, Dragutin  
TABORŠAK); Hrvatska komora inženjera strojarstva (Luka ČARAPOVIĆ); Hrvat-  
ski registar brodova - Split (Nenad VULIĆ); Hrvatski strojarški i brodograđevni  
inženjerski savez - Zagreb (Bernard FRANKOVIĆ, Ante KRSTULOVIĆ); Insti-  
tut Končar Zagreb (Stjepan CAR); INAS-Zagreb - Zagreb (Branimir MILČIĆ);  
Institut Ruder Bošković - Zagreb (Dražen VIKIĆ TOPIĆ); Strojarški fakultet  
Slavonski Brod Sveučilišta J.J. Strossmayer Osijek - Slavonski Brod (Dražen Ko-  
zak); Sveučilište J.J. Strossmayer Osijek - Slavonski Brod (Ivan SAMARDŽIĆ);  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb (Stjepan RISOVIĆ); Tehnički  
fakultet Sveučilišta u Rijeci - Rijeka (Vladimir MEDICA) i/and Uredništvo časo-  
pisa *Strojarstvo* - Zagreb (Ivica LIBRIĆ)

**Lektori (Linguistic Advisers):**

Leopoldina-Veronika BANAŠ, Betty BONETTI i/and Zdravko VNUČEC

**Korektori (Proofreaders):**

Anka GLAVAN, Sanja HEBERLING-DRAČIČEVIĆ, Zdenka HERCEGOVAC, Anita  
HEROLD, Mira HORVATEK-MRŠIĆ, Mario ŠLOŠAR, Elisa VELČIĆ i/and Zdravko  
VNUČEC

**Mjeriteljski pregled (Measuring survey):**

Branimir BARIŠIĆ i/and Zdravko VNUČEC

**Tehnički urednik (Technical Editor):**

Igor SUTLOVIĆ

Časopis izlazi dvomjesečno (Journal published bimonthly)

Računalni slog i prijelom (Computer typesetting and screen break):

Fintrade&tours d.o.o. - Brestovice 50, HR - 51215 Kastav

Tisak (Print): Fintrade&tours d.o.o. - Brestovice 50, HR - 51215 Kastav

Abeedni popis autora i suradnika koji su, osim stalnih suradnika, sudjelovali  
u formiranju ovog broja - autori članaka i prikaza tiskani su *kurzivom*. (An  
alphabetical list of the authors and contributors who, beside the permanent  
contributors, have participated in forming this issue - the authors of the papers  
and reviews are printed in *italics*):

BODEA, Marius; BENČIĆ, Zvonko; CAJNER, Franjo; CANALE, Lauralice F.  
C.; DOBRIZANSKI, Lezek Adam; DOMAGALA, Justyna; DUJMOVIĆ, Nenad;  
DYBOWSKI, Konrad; FELDE, Imre; FILETIN, Tomislav; FRANKOVIĆ,  
Bernard; FRERICH, Friedrich; GALOVIĆ, Antun; HANŽEK, Branko;  
INOUE, Tatsuo; JAGANNATH, Vaishali; JENKO, Monika; Kladarić, Ivica;  
KLIMPEL, Andrzej; KOMATSU, Daniel; KORECKI, Maciej; KULA, Piotr;  
LANDEK, Darko; LAURALICE, F. C. Canale; LESKOVŠEK, Vojtech; LIŠČIĆ,  
Božidar; LÜBBEN, Thomas; MALARA, Simon; MATLJEVIĆ, Božidar; MUNIĆ,  
Jasminka; MURESAN, Radu; OLEJNIK, József; PANJAN, Petar; PEDIŠIĆ,  
Ljiljana; PELLIZZARI, Massimo; PIETRASIK, Robert; PODGORNİK, Bojan;  
PRABHU, K. Narayan; PRICA, Virgiliu; POMENIĆ, Loreta; RUBEŠA,  
Domagoj; RUS, Vasile; SITEH, Vojtech; SMOLJAN, Božo; SOUZA, Elki C.;  
STUPNIŠEK, Mladen; SCHNEIDER, Reinhold; TANSKI, Tomasz; TOTTE,  
George E.; WAKAMATSU, Hideto i/and ZOCH, H. Werner.

Mikrofilmovi ili preslike svih originalnih radova objavljenih u časopisu  
*Strojarstvo* mogu se naručiti preko ovlaštenog posrednika (Microfilms or  
hard copies of all published original papers in the journal *Strojarstvo*, can be  
ordered through our representative): Bowker A & I Publishing, 245 West 17<sup>th</sup>  
Street, New York, NY 10011, Tel. 212/337-0174, USA.

Uredništvo sve radove prihvaća i provjerava u najboljoj namjeri, ali ne odgovara  
za autorske sadržaje priloga u cjelini ili u bilo kojem dijelu, kao niti za eventualne  
autorske pravne povrede.

Editors accept and check the works with the best of intentions. They have,  
however, no responsibility for the contents of the work given by the author, either  
in whole or in part nor for any possible legal violation of authors' rights.

Časopis većim dijelom sufinancira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa  
Republike Hrvatske - Zagreb. Evidentan je u javnim glasilima Ministarstva  
informiranja Republike Hrvatske pod brojem 523-90-2 od 6. srpnja 1990.  
godine.

*Strojarstvo* izlazi u pravilu u šest brojeva godišnje • Godišnja pretplata (za 2010.):  
300 kn za pravne osobe iz Hrvatske (pojedini broj 50 kn); 120 kn za privatne  
osobne pretplatnike iz Hrvatske (pojedini broj 20 kn); 50 EUR za dostavu u Bosni  
i Hercegovini, Makedoniju i Sloveniju; 75 EUR za dostavu u ostale europske  
države; 100 EUR za dostavu u neeuropske države • Pretplatu prima: Uredništvo  
časopisa *Strojarstvo*, za tuzemstvo na žiro-račun u Zagrebačkoj banci, d.d.,  
Zagreb, broj 2360000-1101563353, a za inozemstvo na devizni račun: Zagrebačka  
banka d.d. 2500-3229718 • Rukopise ne vraćamo.

As a rule *Strojarstvo* is published 6 times annually • Annual subscription (for  
2010): for registered persons (abroad) 100 EUR, for private persons 50 EUR; an  
additional 25 EUR for air or registered mail • Subscriptions are to be addressed  
in favour of Editorial office of Journal *Strojarstvo*, with bank account No.  
2500-3229718 in Zagrebačka banka d.d., Zagreb, Croatia • Manuscripts are not  
returned.

Časopis *Strojarstvo* prenose sljedeći sekundarni izvori odnosno baze  
podataka (Journal *Strojarstvo* is referred through the following secondary  
sources and date bases): Chemical Abstracts, Current Contents: Engineering,  
Technology & Applied Sciences, Engineering Index Monthly, Metal Abstracts,  
Corrosion Abstracts, C A D - C A M Abstracts, Environment Abstracts, Fluidex,  
Mechanical Engineering Abstracts, Aluminium Industry Abstracts, VINIITI,  
World Textile Abstracts.

Naklada 1000 primjeraka/Printed in 1000 copies.

**Oglasi (Advertisements):**

Ekonerg (Hrvatska)	II
Siemens	2
Hrvatska komora	32
Termocommerce	38
Weishaupt (Hrvatska)	III
Viessmann (Hrvatska)	IV